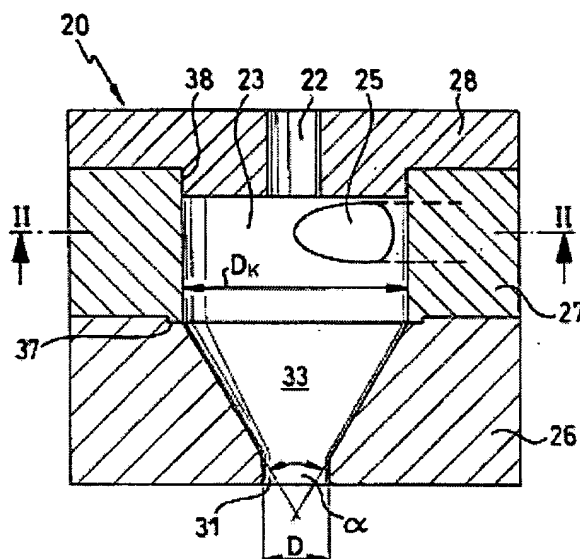


### Twin substance nozzle for atomized spray

**Patent number:** DE19752245  
**Publication date:** 1999-06-02  
**Inventor:** WALZEL PETER PROF DR (DE)  
**Applicant:** WEBASTO THERMOSYSTEME GMBH (DE)  
**Classification:**  
- international: B05B7/04; F02M45/08; F01L3/06; B05B1/34  
- european: B05B7/08C; B05B7/04C4; B05B7/10  
**Application number:** DE19971052245 19971126  
**Priority number(s):** DE19971052245 19971126; DE19971058557 19971126

## Abstract of DE19752245

The supply pipe (22) for a fluid medium and at least two inlet channels (25) for a gaseous medium open into the torsion chamber (23). The inlet channels are arranged off-set relative to each other on the circumference of the torsion chamber. The inlet channels open tangentially into the chamber and are preferably evenly spaced from each other. An independent claim describes a low pressure atomizer device used with the above nozzle.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 52 245 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 05 B 7/04**  
F 02 M 45/08  
F 01 L 3/06  
B 05 B 1/34

⑰ Aktenzeichen: 197 52 245.9  
⑱ Anmeldetag: 26. 11. 97  
④③ Offenlegungstag: 2. 6. 99

**DE 197 52 245 A 1**

⑦① Anmelder:  
Webasto Thermosysteme GmbH, 82131 Stockdorf,  
DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Wiese, G., Dipl.-Ing. (FH), Pat.-Anw., 82131  
Stockdorf

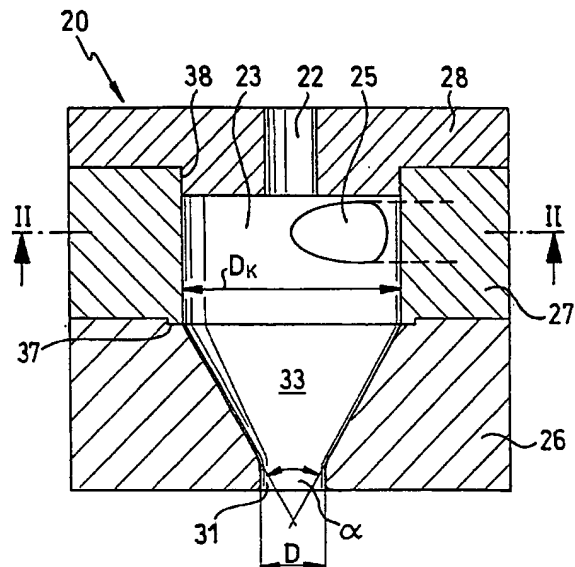
⑥② Teil in: 197 58 557.4  
  
⑦② Erfinder:  
Walzel, Peter, Prof. Dr., 41539 Dormagen, DE  
  
⑤⑤ Entgegenhaltungen:  
DE 41 18 538 C2  
DE 35 14 931 A1  
US 12 29 344

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Zweistoffdüse und Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung mit mehreren benachbarten Zweistoffdüsen

⑤① Die Erfindung betrifft eine Zweistoffdüse (20) mit einer Drallkammer (23), in die wenigstens eine Zufuhrleitung (22) für ein flüssiges Medium und wenigstens ein Eintrittskanal (25) für ein gasförmiges Medium einmünden. Um eine hohe Zerstäubungsgüte bei einfacher Bauweise und bei einem niedrigen Energiebedarf zur Druckerzeugung zu erreichen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß wenigstens zwei am Umfang der Drallkammer (23) versetzt zueinander angeordnete Eintrittskanäle (25) vorgesehen sind, die bevorzugt tangential in die Drallkammer (23) einmünden (Fig. 1).



**DE 197 52 245 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Zweistoffdüse mit einer Drallkammer, in die wenigstens eine Zufuhrleitung für ein flüssiges Medium und wenigstens ein Eintrittskanal für ein gasförmiges Medium einmündet sowie eine Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung mit mehreren benachbarten Zweistoffdüsen.

Gattungsgemäße Zweistoffdüsen sind unter dem Begriff Düsen mit innerer Mischung beispielsweise aus der DE-Fachzeitschrift Chemie-Ingenieur-Technik 62 (1990) 12, Seite 983-994 bekannt. Die in der Abb. 9 dargestellten Düsen weisen entweder einen sehr komplizierten Aufbau auf oder führen zu einer unzureichenden Vermischung und Zerstäubung der Flüssigkeit. In die Drallkammern hineinragende Flüssigkeitskanäle sind – insbesondere bei kleinen Abmessungen – schwer zu fertigen. Düsenöffnungen, die auch außen an der Abströmkante vom Gas überströmt werden, erfordern sehr genau ausgerichtete Gaskanäle und eine dementsprechend aufwendige Fertigung. Aufgrund der relativ großen Durchflußfläche für das Gas bewirken sie auch einen höheren Gasverbrauch und damit einen schlechteren Wirkungsgrad.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Zweistoffdüse zu schaffen, die bei einfacher Herstellbarkeit eine sehr gute Zerstäubung des flüssigen Mediums ermöglicht.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich der Zweistoffdüse durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und für eine Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung mit mehreren derartigen benachbarten Zweistoffdüsen durch die Merkmale des Patentanspruchs 16 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind den jeweiligen Unteransprüchen zu entnehmen.

Bei der erfindungsgemäßen Zweistoffdüse münden wenigstens zwei am Umfang der Drallkammer versetzt zueinander angeordnete Eintrittskanäle in diese ein. Dadurch wird ein gleichmäßiger Drall erzeugt, der eine sehr feine, gleichmäßige Verteilung des über die Zufuhrleitung zuströmenden flüssigen Mediums bewirkt. Die Verwendung von mindestens zwei Eintrittskanälen bewirkt eine derart gleichmäßige Strömung von Flüssigkeit und Gas in der Drallkammer, daß überraschenderweise auf einen zweiten zur Austrittsöffnung der Düse konzentrischen und schlitzförmigen Gaskanal (Chem.-Ing.-Tech. 62 (1990) 12, S. 983-994) verzichtet werden kann.

Vorteilhafterweise sind die Eintrittskanäle im wesentlichen tangential in die Drallkammer einmündend angeordnet. Hierdurch ergibt sich eine besonders gute Verteilung des flüssigen Mediums entlang den Wänden der Drallkammer. Besonders vorteilhaft sind die Eintrittskanäle dabei gleichmäßig voneinander beabstandet.

Die Zufuhrleitung für das flüssige Medium ist vorteilhaft axial in zentraler Anordnung in die Drallkammer einmündend angeordnet. Bei der gleichzeitig tangentialen Einleitung des gasförmigen Mediums ergibt sich hierdurch ein senkrechtliches Aufeinandertreffen der beiden Medien direkt an der Austrittsstelle der Flüssigkeit in den Drallkammerdekkel, die in Verbindung mit der entstehenden zyklonartigen Strömung sofort eine gleichmäßige Aufteilung der Flüssigkeit als Film auf die Wände der Drallkammer und auf den Austrittskonus ermöglicht. Eine Vorzerteilung der Flüssigkeit, die zu einem Impulsverlust des Gases und zu größeren Tropfen führt, wird dadurch vermieden. Ein zentrales Zuleitrohr (Chem.-Ing.-Tech., 62 (1990) 12, S. 983-994) führt hingegen zu einer weniger gleichmäßigen Aufteilung der Flüssigkeit in der Drallkammer und zu einer stärkeren und ungünstigen Abbremsung der Drallkomponente des Gases. Dies kann u. a. auf die Vorzerteilung der Flüssigkeit zurück-

geführt werden, die sich am Ende des in die Drallkammer hineinragenden Zentralrohrs in meist unregelmäßiger Weise einstellt.

Die Drallkammer ist in einer Ausführungsform im wesentlichen zylindrisch ausgebildet, wobei sich in Strömungsrichtung zum Düsenaustritt ein verjüngender Teil anschließt. Durch diese Gestaltung wird der zunächst zyklonartige Wirbel im sich verjüngenden Teil zum Düsenaustritt hin beschleunigt. Der sich verjüngende Teil kann vorteilhaft als Hohlkegel ausgebildet sein, dessen Mantelflächen einen Konuswinkel ( $\alpha$ ) einschließen, der zwischen  $45^\circ$  und  $90^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $50^\circ$  und  $70^\circ$  liegt.

Gemäß einer alternativen Ausgestaltung ist vorgesehen, daß die Drallkammer im wesentlichen halbkugelförmig ausgebildet ist und sich in Strömungsrichtung zum Düsenaustritt an den konkaven, halbkugelförmigen Teil ein sich konvex verjüngender Teil anschließt. Bei dieser von der Fertigung her gegenüber der Drallkammer mit zylindrischer und hohlkegliger Ausgestaltung aufwendigeren Variante kann eine besonders gleichmäßige Beschleunigung und Verdünnung des Flüssigkeitsfilms zum Düsenaustritt hin erfolgen.

Günstige geometrische Verhältnisse der Düse bestehen dann, wenn das Verhältnis des Durchmessers der Drallkammer zum Durchmesser im Bereich des Düsenaustritts etwa 2-6, vorzugsweise etwa 3 bis 4 beträgt.

Weiterhin stellen sich an der erfindungsgemäßen Düse vorteilhafte Beladungsverhältnisse dann ein, wenn das Verhältnis der Masse an Flüssigkeit zur Masse an Gas etwa 0,1 bis 4,0 vorzugsweise 0,5 bis 2,0 beträgt.

Günstige Durchströmungsverhältnisse der Düse mit einer vorteilhaften Verwirbelung und Zerstäubung des flüssigen Mediums ergeben sich insbesondere bei einem Flächenverhältnis der Summe der Eintrittsflächen, d. h. der Querschnitte der Eintrittskanäle des gasförmigen Mediums, zur Düsenaustrittsfläche, das etwa 0,5 bis 3, besonders vorzugsweise 1,0 bis 2,0 beträgt. Vorteilhafte Verhältnisse an der erfindungsgemäßen Zweistoffdüse bestehen weiterhin dann, wenn die Düsendruckziffer, die definiert ist durch das Produkt aus dem Düsendurchmesser und der Druckdifferenz als Düsenvordruck dividiert durch die Oberflächenspannung der zu zerstäubenden Flüssigkeit etwa zwischen 300 und 4000, vorzugsweise etwa zwischen 400 und 2000 beträgt.

Eine besonders einfache Herstellbarkeit einer Zweistoffdüse ergibt sich dadurch, daß diese in axialer Richtung durch mehrere dicht aneinandergesetzte Bauteile gebildet wird. Dabei kann der Düsenaustritt und wenigstens der sich verjüngende Teil der Drallkammer in einer unteren Platte, ferner die Eintrittskanäle für das gasförmige Medium wenigstens teilweise in einer mittleren Platte und weiterhin die Zufuhrleitung zumindestens mit ihrer Eintrittsseite an einer oberen Platte angrenzend oder in dieser ausgebildet sein. Durch die mehrteilige Ausbildung ist sowohl die Austrittsgeometrie der Düse, als auch die Drallkammer mit den in sie einmündenden Leitungen und Kanälen in einfachster Weise ohne Spezialwerkzeuge herstellbar.

Die mehreren die Düse bildenden Bauteile sind vorteilhaft in axialer Richtung formschlüssig oder kraftschlüssig, letzteres beispielsweise durch Schrauben miteinander verbunden. Für die Zentrierung und/oder Abdichtung zwischen den einzelnen Bauteilen ist es vorteilhaft, wenn zumindestens die mittlere Platte über vorstehende Bünde mit der benachbarten oberen Platte und/oder der benachbarten unteren Platte radial abdichtend verbunden ist.

Aufgrund der vorteilhaften Gestaltung der erfindungsgemäßen Zweistoffdüse mit vorzugsweise tangential einmündenden, gleichmäßig am Umfang verteilten Eintrittskanälen und axial zentral einmündender Zufuhrleitung eignet sich eine derartige Zweistoffdüse besonders zur Schaffung einer

Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung, die mehrere solcher Zweistoffdüsen umfaßt. Dabei sind in den aneinandergelagerten Platten bevorzugt im Bereich von deren Trennflächen Längskanäle zur Versorgung der Eintrittskanäle und/oder Längsleitungen zur Versorgung der Zufuhrleitungen mehrerer Zweistoffdüsen ausgebildet. Durch diese Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung, die modular eine beliebige Anzahl von benachbarten Zweistoffdüsen mit gemeinsamen Versorgungsleitungen bzw. -kanälen umfaßt, ist eine einfache Anpassung an unterschiedliche Leistungsbereiche einer solchen Zerstäubungsvorrichtung möglich. Der Massendurchsatz an flüssigem und gasförmigem Medium kann auf diese Art durch eine flächenmäßige oder reihenförmige Zusammensetzung mehrerer Zweistoffdüsen beliebig gesteuert werden.

Bei einer derartigen Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung stehen die Längskanäle vorzugsweise mit den Eintrittskanälen über die Drallkammer umgebende ringnutförmige Verbindungskanäle in Verbindung.

Bei einer Zweistoffdüse, die insbesondere in einer Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung mit mehreren solcher Zweistoffdüsen zum Einsatz kommt, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Eintrittskanäle schlitzförmig an der der unteren Platte zugewandten Unterseite der mittleren Platte ausgebildet sind, wobei die obere Deckfläche der schlitzförmigen Eintrittskanäle zum Eintritt in die Drallkammer hin schräg nach unten abfällt. Derartige Kanäle lassen sich sehr einfach mittels eines Scheibenfräasers herstellen und weisen den Vorteil auf, daß das zugeführte gasförmige Medium durch den sich schräg verjüngenden Kanal beschleunigt wird und zusätzlich zur tangentialen Komponente auch eine axiale Komponente aufgeprägt bekommt.

Die erfindungsgemäßen Zweistoffdüsen eignen sich insbesondere als Niederdruck-Zerstäuber für flüssige Brennstoffe in Brennern von Heizvorrichtungen.

Nachfolgend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Zweistoffdüse,

Fig. 2 einen Querschnitt in Höhe der Linie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 einen Teillängsschnitt durch eine Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung mit mehreren Zweistoffdüsen in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 4 einen Querschnitt durch die Vorrichtung gemäß Fig. 3 in Höhe des oberen Teils der Drallkammern,

Fig. 5 eine andere Ausführungsform einer Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung und

Fig. 6 einen Querschnitt durch die Vorrichtung gemäß Fig. 5 in Höhe der Schnittlinie VI-VI.

Die in Fig. 1 dargestellte Zweistoffdüse 20 setzt sich aus mehreren axial übereinander angeordneten Platten zusammen. In einer oberen Platte 28 ist eine Zufuhrleitung 22 für ein flüssiges Medium angeordnet. Die Zufuhrleitung 22 verläuft in zentraler axialer Lage. Sie mündet mit ihrem unteren Ende an der Trennfläche zu einer mittleren Platte 27 in eine dort ausgebildete Drallkammer 23 ein. Die Drallkammer 23 weist neben einem oberen zylindrischen Teil mit einem Durchmesser  $D_K$  einen nach unten daran abschließenden sich verjüngenden Teil 33 auf der als Hohlkegel in einer unteren Platte 26 ausgebildet ist. Der Hohlkegel weist einen Konuswinkel  $\alpha$  auf der zwischen  $45^\circ$  und  $90^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $50^\circ$  und  $70^\circ$  liegt. Die Mantelfläche des Hohlkegels geht im Bereich eines Düsenaustritts 31 in eine gerundete Kontur über. Der Düsenaustritt 31 weist einen Durchmesser  $D$  auf. Das Verhältnis des Durchmessers der Drallkammer  $D_K$  zum Durchmesser  $D$  des Düsenaustritts 31 beträgt etwa 2 bis 5, vorzugsweise etwa 3 bis 4.

In den zylindrischen Teil der Drallkammer 23 münden tangential zwei gleichmäßig am Umfang gegeneinander ver-

setzte Eintrittskanäle 25 ein. Die Eintrittskanäle 25 weisen einen Durchmesser  $D_{25}$  auf aus dem sich die Summe der Einstromflächen  $A_E$  des gasförmigen Mediums als Summe der Querschnittsflächen aller Eintrittskanäle 25 berechnen läßt. Das Verhältnis dieser Summe  $A_E$  zum Querschnitt des Düsenaustritts  $A_D$  beträgt etwa 1,0 bis 3,0, vorzugsweise 1,5 bis 2,0. Durch die tangentiale Einmündung der Eintrittskanäle 25 ergibt sich im zylindrischen Teil der Drallkammer 23 ein zyklonartiger Wirbel, durch den die senkrecht dazu über die Zufuhrleitung 22 eintretende Flüssigkeit in starker Verwirbelung mitgerissen und entlang des konusförmigen Teils 33 beschleunigt und als Film fein verteilt und über die Abriskante im Düsenaustritt 31 sehr fein zerstäubt wird. Die im Ausführungsbeispiel gezeigte Anzahl von zwei Eintrittskanälen 25 stellt das Minimum für eine gute Verwirbelung des flüssigen Mediums dar. Bei Bedarf können auch mehrere Eintrittskanäle für das gasförmige Medium vorgesehen sein. Diese sind immer bevorzugt gleichmäßig voneinander beabstandet.

Für eine gute Zentrierung und eine dichte Verbindung der Platten 26, 27 und 28 ist es vorteilhaft, wenn zumindestens an der mittleren Platte 27 Bünde 37 bzw. 38 vorgesehen sind, die zum Eingreifen in oder Umgreifen entsprechend komplementär geformter Bünde an der oberen Platte 28 bzw. an der unteren Platte 26 dienen.

In den Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 3-6 sind jeweils mehrere benachbare Zweistoffdüsen zu einer Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung zusammengefaßt. Der in Zusammenhang mit den Fig. 1 und 2 erläuterte Aufbau einer Zweistoffdüse erleichtert deren Zusammenfassung in einer solchen gemeinsamen Vorrichtung, wobei die Versorgungsleitungen für das flüssige Medium aus gemeinsamen Versorgungskanälen bzw. -leitungen versorgt werden können, die unmittelbar in der Vorrichtung ausgebildet sind. Die in Fig. 3 dargestellte Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung setzt sich wiederum aus einer unteren Platte 6, einer mittleren Platte 7 und einer oberen Platte 8 zusammen. An der unteren Seite der oberen Platte 8, d. h. an der Trennfläche zur mittleren Platte 7 sind längsverlaufende Längsleitungen 1 vorgesehen, in denen das flüssige Medium zu Zufuhrleitungen 2 verschiedener benachbarter Zweistoffdüsen gelangt. Die Zufuhrleitungen 2 sind in zentraler axialer Anordnung für jede Düse in der mittleren Platte 7 ausgebildet. Ferner bildet die mittlere Platte 7 an ihrer Unterseite, d. h. an der Trennfläche zur unteren Platte 6, eine obere und seitliche Begrenzung für Längskanäle 4, in denen das gasförmige Medium zu mehreren Zweistoffdüsen geführt wird.

Die Drallkammern 3 der Zweistoffdüsen sind in der unteren Platte 5 ausgebildet. Sie setzen sich wiederum aus einem oberen, in der Fig. 3 zylindrischen Teil und einem daran nach unten anschließenden sich verjüngenden Teil 13 zusammen, der entweder konusförmig oder mit einer konvexen Krümmung ausgebildet sein kann. In die Drallkammer münden tangential wiederum zwei Eintrittskanäle 5 ein, die über einen die Wandung der Drallkammer 3 mit Abstand umgebenden ringnutförmigen Verbindungskanal 10 mit den Längskanälen 4, in Verbindung stehen. Das durch die Längsleitungen 1 und die Zufuhrleitungen 2 zugeführte flüssige Medium strömt wiederum axial in die Drallkammer 3 ein und wird dort vom über die Längskanäle 4, die Verbindungskanäle 10 und die Eintrittskanäle 5 zugeführten gasförmigen Medium verwirbelt und an einem Düsenaustritt 11 zerstäubt.

Wie aus Fig. 4 zu ersehen, erfolgt die Anordnung mehrerer Zweistoffdüsen derart, daß jeweils drei benachbare Zweistoffdüsen eine gleichseitiges Dreieck bilden. Die Längskanäle 4 für das gasförmige Medium und die Längs-

leitungen 1 für das flüssige Medium laufen in verschiedenen Ebenen versetzt zueinander. Aufgrund der Ausbildung der Kanäle bzw. Leitungen in den unterschiedlichen Platten ist die Herstellung wiederum sehr einfach. Die Platten 6, 7 und 8 sind in axialer Richtung kraftschlüssig miteinander verspannt. Hierzu sind im Ausführungsbeispiel mehrere gleichmäßig voneinander beabstandete Schrauben 9 vorgesehen. Die Verbindung der Platten 6, 7 und 8 kann alternativ jedoch auch durch eine Klebe-, Löt-, Schweiß- oder Sintertechnik erfolgen.

Gemäß einer im unteren mittleren Teil der Fig. 4 dargestellten Variante kann die Zufuhr des gasförmigen Mediums zu den Eintrittskanälen 5 ausgehend von den Längskanälen 4 statt über die ringnutförmigen Verbindungskanäle 10 auch über sacklochartige Verbindungskanäle 10A geschehen. Der Abstand der einzelnen Düsenaustritte 11 der verschiedenen Zweistoffdüsen sollte mindestens deren zehnfachen Durchmesser betragen, damit sich die Sprühstrahlen nicht zu stark gegenseitig durchdringen und es dadurch zu einer unerwünschten Wiedervereinigung bereits fein zerstäubter Tropfen kommt.

Bei denen in Fig. 5 und 6 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Längskanäle 4 in die mittlere Platte 7 von der Unterseite eingesenkt. Die Eintrittskanäle 5 sind als tangentiale Schlitz 5 ebenfalls in die Unterseite der mittleren Platte 7 eingefräst und münden mit ihrer im linken Teil der Fig. 5 schräg nach unten verlaufenden oberen Deckfläche auf Höhe der Zufuhrleitungen 2 in den oberen Teil der Drallkammer 3A ein. Die Drallkammer 3A selbst ist im linken Teil der Fig. 5 wiederum vollständig in der unteren Platte 6 ausgebildet. Sie weist einen oberen Teil auf, der im wesentlichen halbkugelförmig ausgebildet ist und in einen unteren sich verjüngenden Teil 13A übergeht, der eine konvexe Wandung aufweist. Der Übergang von der konkaven zur konvexen Wandung ist relativ leicht herstellbar, da in der unteren Platte 6 in diesem Beispiel keinerlei Eintrittskanäle 5 ausgebildet sind. Diese Eintrittskanäle 5 sind ausschließlich in den Stegen 12 ausgeformt, welche die Längskanäle 4 von den Zufuhrleitungen 2 trennen. Die obere Platte 8 ist in diesem Beispiel als glatte Deckplatte ausgebildet, da auch die Längskanäle 1 für das flüssige Medium in der mittleren Platte 7 und zwar von oben her ausgebildet sind.

Bei einer alternativen Ausführungsform im rechten Teil der Fig. 5 erstreckt sich die Drallkammer 3A auch in die mittlere Platte 7 hinein. Die Eintrittskanäle 5A sind in diesem Fall als gerade Schlitz tangential in die Drallkammer (im oberen Teil) einmündend in die Unterseite der Platte 7 eingefräst. Die dünnere untere Platte 6 wird somit beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 nicht wie bei Fig. 3 und 4 von zusätzlichen Eintrittskanälen geschwächt.

Durch die dargestellte Zusammenfassung mehrerer Zweistoffdüsen zu einer einzigen Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung ist eine modulare, wirtschaftliche Herstellung von Zerstäubungseinrichtungen auch für größere Massendurchsätze gewährleistet. Derartige Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtungen lassen sich vorteilhaft zur Zerstäubung von flüssigen Brennstoffen für Brenner beliebiger Leistungsklassen einsetzen. Aufgrund des relativ niedrigen Druckniveaus ist die verbrauchte Energie vergleichsweise gering. Erfindungsgemäße Zweistoffdüsen- bzw. Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtungen lassen sich auch für andere Anwendungen, wie beispielsweise die Verdunstungskühlung, die Konditionierung von Prozeßgasen oder für das Herstellen feiner Pulver durch Erstarren von zerstäubten Tropfen nutzbringend verwenden. Eine besonders interessante Anwendung ergibt sich auch bei einer Mikronisierung der Düsendurchmesser auf einen Durchmesser von weniger als 0,5 mm mittels der Liga-Technik (Ätzverfahren). Auf diese

Weise ließen sich große Düsen-Arrays sehr billig aus Keramikwerkstoffen herstellen.

Bei einem Ausführungsbeispiel für einen Brenner eines Fahrzeugzusatzheizgeräts, das mit Diesel-Kraftstoff von minus 20°C betrieben wurde, ergab sich bei einem Massendurchfluß des Brennstoffs von  $M_F = 0,5 \text{ kg/H}$ , einem Vordruck der Luft von  $\Delta p = 0,07 \text{ bar}$ , einem Düsendurchmesser  $D = 2 \text{ mm}$ , einem Drallkammerdurchmesser  $D_K = 8 \text{ mm}$ , einem Konuswinkel  $\alpha = 60^\circ$ , einer Gaseintrittsfläche  $A_E = 6,3 \text{ mm}^2$  (die sich aus zwei Eintrittsbohrungen von je 2 mm Durchmesser ergibt) ein Gasdurchsatz von  $M_G = 0,85 \text{ kg/H}$ , wobei die erzielte mittlere Tropfchengröße (Sauter-Durchmesser)  $d = 80 \mu\text{m}$  betrug.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel wird in einem Verdunstungskühler mit 100 Düsen in einem Düsenarray 8 kg/h Wasser zerstäubt. Die Düsendurchmesser betragen  $D = 0,5 \text{ mm}$ , die Drallkammerdurchmesser  $D_K = 2 \text{ mm}$ . Die Gaseintrittsfläche beträgt bei jeder Düse  $0,3 \text{ mm}^2$ . Bereits bei einem vergleichsweise niedrigem Gasdruck von  $\Delta p = 0,6 \text{ bar}$  läßt sich nach der Ähnlichkeitstheorie eine mittlere Tropfengröße (Sauter-Durchmesser) von ca.  $d = 20 \mu\text{m}$  erwarten.

Durch die Erfindung ist eine einfache und unempfindliche Bauart von Zweistoffdüsen in Bezug auf die Einhaltung von Fertigungstoleranzen möglich. Die Fertigung wird dadurch erheblich günstiger. Es wird ein freies Ansaugen der Flüssigkeit durch Unterdruck im Flüssigkeitskanal möglich. Durch die geschichtete Zusammensetzung mehrerer bearbeiteter, unter Umständen geätzter Platten ergibt sich eine Anwendungsmöglichkeit auch im Bereich hoher Durchsätze für kleine Tropfengrößen. Eine Düsenplatte enthält dann eine Vielzahl von parallel geschalteten Düsen in einer einzigen Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung.

Durch eine Injektorfahrweise kann ein höherer Druck an der Düse erzielt werden, womit kleinere Tropfenabmessungen, höhere Betriebstemperaturen und günstiger Viskositätswerte bei tiefen Umgebungstemperaturen erreicht werden können.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Längsleitung
- 2 Zufuhrleitung
- 3, 3A Drallkammer
- 4 Längskanal (für Gas)
- 5 Eintrittskanal
- 6 (untere) Platte
- 7 (mittlere) Platte
- 8 (obere) Platte
- 9 Schrauben
- 10 Verbindungskanal (Ringnut)
- 10A Verbindungskanal (Sackloch)
- 11 Düsenaustritt
- 12 Steg
- 13, 13A (sich verjüngender) Teil
- 20 Zweistoffdüse
- 22 Zufuhrleitung (für flüssiges Medium)
- 23 Drallkammer
- 25 Eintrittskanal
- 26 (untere) Platte
- 27 (mittlere) Platte
- 28 (obere) Platte
- 31 Düsenaustritt
- 33 (sich verjüngender) Teil
- 37 Bund
- 38 Bund
- D = Durchmesser der Düse (bei 11 bzw. 31)
- $D_K$  = Drallkammer-Durchmesser

## Patentansprüche

1. Zweistoffdüse (20) mit einer Drallkammer (3, 3A, 23) in die wenigstens eine Zufuhrleitung (2, 22) für ein flüssiges Medium und wenigstens ein Eintrittskanal (5, 25) für ein gasförmiges Medium einmündet, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens zwei am Umfang der Drallkammer (3, 3A, 23) versetzt zueinander angeordnete Eintrittskanäle (5, 25) vorgesehen sind. 5
2. Zweistoffdüse gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintrittskanäle (5, 25) im wesentlichen tangential in die Drallkammer (3, 3A, 23) einmünden. 10
3. Zweistoffdüse gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintrittskanäle (5, 25) gleichmäßig voneinander beabstandet sind. 15
4. Zweistoffdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhrleitung (2, 22) axial in zentraler Anordnung in die Drallkammer (3, 23) einmündet. 20
5. Zweistoffdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Drallkammer (3, 23) im wesentlichen von einem zylindrischen Teil gebildet ist, an den in Strömungsrichtung zum Düsenaustritt (11, 31) ein sich verjüngender Teil (13, 13A, 33) anschließt. 25
6. Zweistoffdüse nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der sich verjüngende Teil (13, 33) als Hohlkegel ausgebildet ist, dessen Mantelflächen einen Konuswinkel ( $\alpha$ ) einschließen, der zwischen  $45^\circ$  und  $90^\circ$ , vorzugsweise zwischen  $50^\circ$  und  $70^\circ$  liegt. 30
7. Zweistoffdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drallkammer (3A) im wesentlichen halbkugelförmig ausgebildet ist und sich in Strömungsrichtung zum Düsenaustritt (11) an den konkaven, halbkugelförmigen Teil ein sich konvex verjüngender Teil (13A) anschließt. 35
8. Zweistoffdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis des Durchmessers ( $D_K$ ) der Drallkammer (3, 3A, 23) zum Durchmesser ( $D$ ) im Bereich des Düsenaustritts (11, 31) etwa  $2 < D_K/D < 6$ , vorzugsweise  $3 < D_K/D < 4$  beträgt. 40
9. Zweistoffdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Beladung mit Masse an Flüssigkeit ( $M_F$ ) zu Masse an Gas ( $M_G$ ) etwa  $0,1 < M_F/M_G < 4,0$ , vorzugsweise  $0,5 < M_F/M_G < 2,0$  beträgt. 45
10. Zweistoffdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Flächenverhältnis der Summe der Einströmflächen ( $A_E$ ) des gasförmigen Mediums zur Düsenaustrittsfläche ( $A_D$ ) etwa  $1,0 < A_E/A_D < 3,0$ , vorzugsweise  $1,5 < A_E/A_D < 2,0$  beträgt. 50
11. Zweistoffdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsendruckziffer, definiert durch den Düsendurchmesser ( $D$ ), die Druckdifferenz als Düsenvordruck ( $\Delta p$ ) und die Oberflächenspannung ( $\sigma$ ) der zu zerstäubenden Flüssigkeit, etwa  $300 < \Delta p \times D/\sigma < 4000$ , vorzugsweise etwa  $400 < \Delta p \times D/\sigma < 2000$  beträgt. 55
12. Zweistoffdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß diese in axialer Richtung durch mehrere dicht aneinandergelagerte Bauteile (Platten 6, 7, 8 bzw. 26, 27, 28) gebildet wird. 60
13. Zweistoffdüse nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsenaustritt (11) und wenigstens der sich verjüngende Teil (13, 13A, 33) in einer unteren Platte (6, 26), daß die Eintrittskanäle (5, 25) für das gasförmige Medium wenigstens teilweise in einer mittleren Platte (7, 27) und daß die Zufuhrleitung (2, 22) zumindestens mit ihrer Eintrittsseite an eine obere Platte (8, 28) angrenzt oder in dieser ausgebildet ist. 65
14. Zweistoffdüse nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauteile in axialer Richtung formschlüssig oder kraftschlüssig (beispielsweise durch Schrauben 9) miteinander verbunden sind.
15. Zweistoffdüse nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Platte (7, 27) über vorstehende Bünde (37 bzw. 38) mit der benachbarten oberen Platte (8, 38) und/oder der benachbarten unteren Platte (6, 36) radial abdichtend verbunden ist.
16. Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung, umfassend mehrere benachbarte Zweistoffdüsen gemäß den Ansprüchen 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß in den aneinandergelagerten Platten (6, 7, 8) bevorzugt im Bereich von deren Trennflächen Längskanäle (4) zur Versorgung der Eintrittskanäle (5) und/oder Längsleitungen (1) zur Versorgung der Zufuhrleitungen (2) mehrerer Zweistoffdüsen ausgebildet sind.
17. Niederdruck-Zerstäubungsvorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Längskanäle (4) über die Drallkammer (3) umgebende ringnutförmige Verbindungskanäle (10) mit den Eintrittskanälen (5) in Verbindung stehen.
18. Zweistoffdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintrittskanäle (5) schlitzförmig an der der unteren Platte (6) zugewandten Unterseite der mittleren Platte (7) ausgebildet sind, wobei die obere Deckfläche der schlitzförmigen Eintrittskanäle (5) zum Eintritt in die Drallkammer (3) schräg nach unten abfällt.
19. Zweistoffdüse nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie als Niederdruck-Zerstäuber für flüssige Brennstoffe verwendet wird.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 1

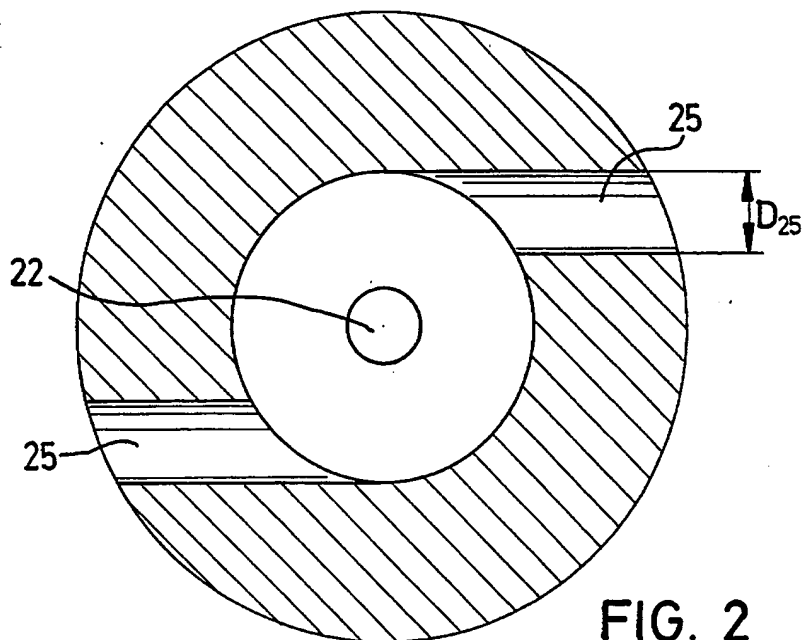
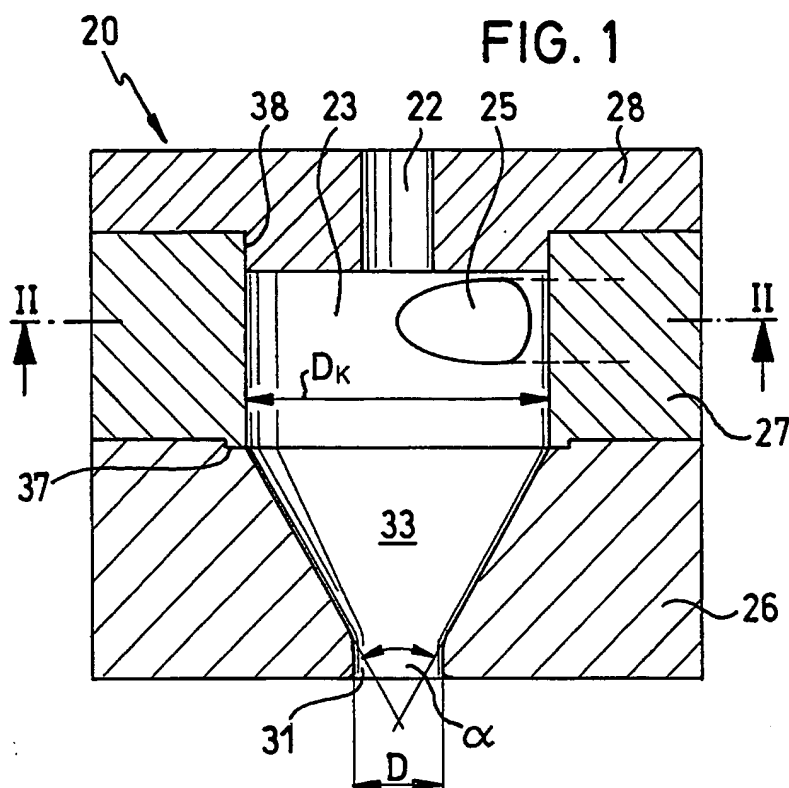


FIG. 2

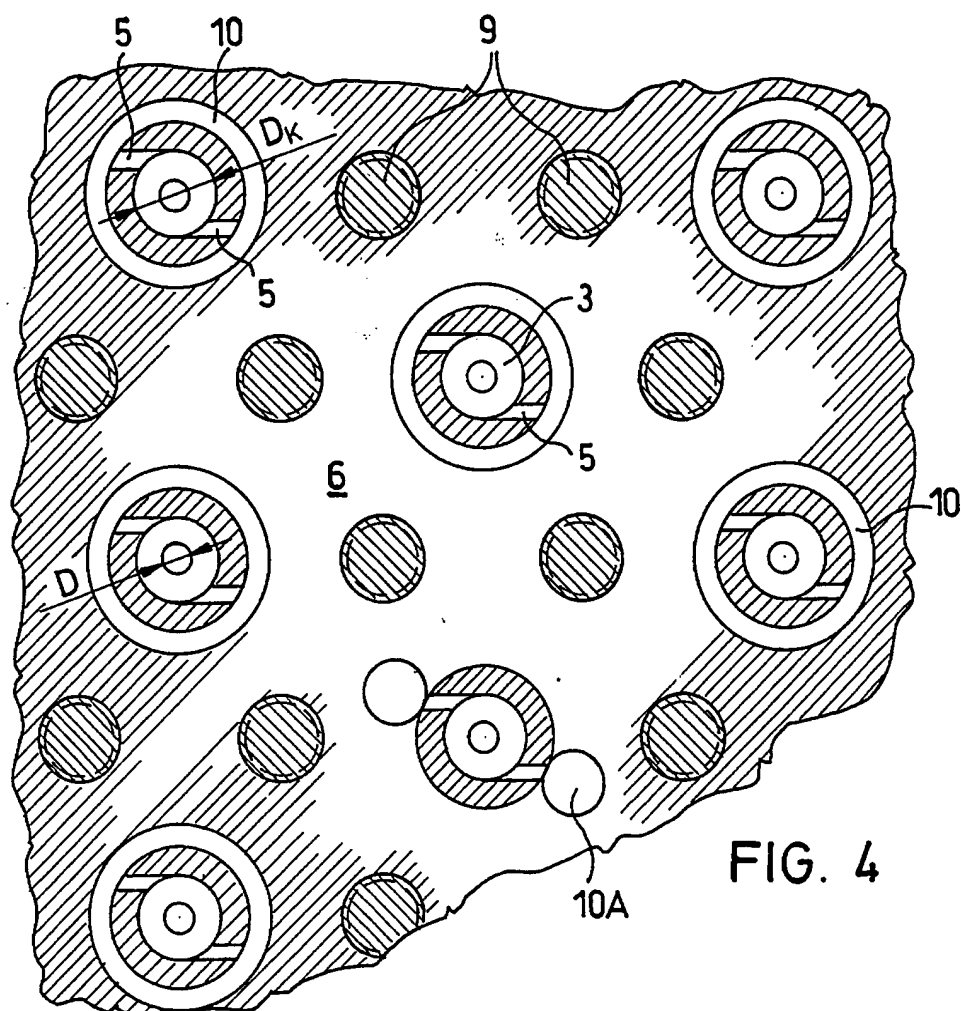
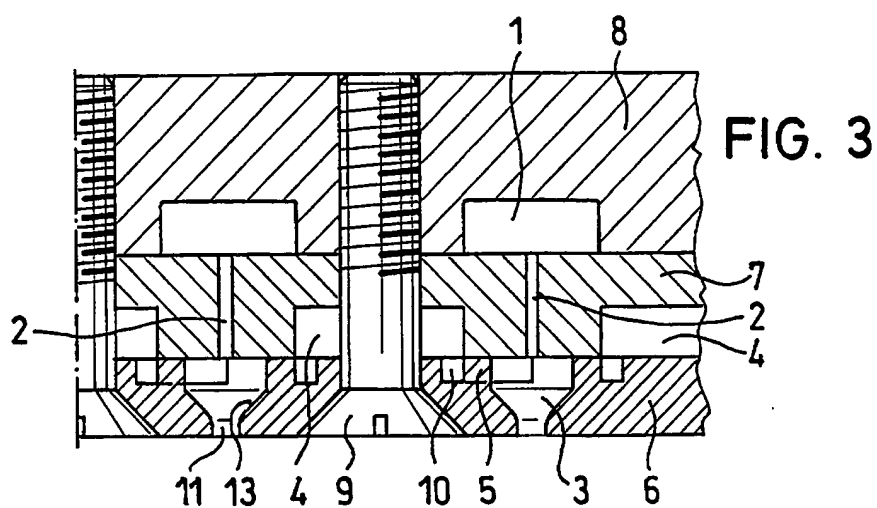




FIG. 5

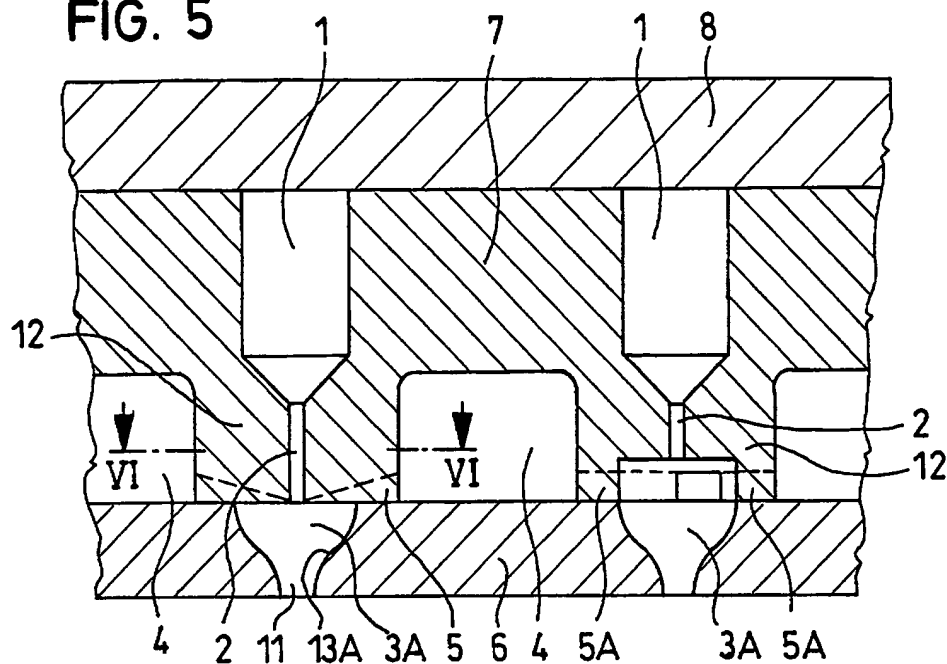


FIG. 6

